

BUNDE^{n.H}REPUBLIK DEUTSCHLAND^{EU}

09/762733

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 16 NOV 1999

WIPO

PCT

DE 99 / 2383

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung
unter der Bezeichnung

"Ermittlung der Nutzbarkeit eines Funkkanals"

am 12. August 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
H 04 Q 7/38 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. Oktober 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 36 575.6

J009t



7

8





Beschreibung

Ermittlung der Nutzbarkeit eines Funkkanals

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln der Nutzbarkeit zumindest eines Funkkanals in einem Funk-Kommunikationssystem, insbesondere in einem Mobilfunksystem. Die Erfindung betrifft ferner eine Sende- und/oder Empfangsstation für ein Funk-Kommunikationssystem, insbesondere eine
- 10 Basisstation oder Mobilstation für ein Mobilfunksystem, zum Senden und/oder Empfangen von Kommunikationsinformation, die über eine Funkschnittstelle übermittelt wird.

- 15 Es ist bekannt, in Funk-Kommunikationssystemen physikalische Kanäle zur Übertragung von Kommunikationsinformation zu nutzen. Durch Nutzung dieser physikalischen Kanäle wird die Kommunikationsinformation, insbesondere Sprechdaten oder Computerdaten, über eine Luftschnittstelle von einer Sende-
- 20 station zu einer Empfangsstation übermittelt. Parameter der physikalischen Kanäle sind beispielsweise in einem TDMA (Time Division Multiple Access)-Funk-Kommunikationssystem ein bestimmter Zeitschlitz, in einem FDMA (Frequency Division Multiple Access)-Funk-Kommunikationssystem eine bestimmte Trägerfrequenz, die bei der Übermittlung der Kommunikationsinformation genutzt wird, und in einem CDMA (Code Division Multiple Access)-Funk-Kommunikationssystem ein bestimmter Code, mit dem die Kommunikationsinformation zur Funkübermittlung codiert wird. Kombinationen der bekannten Vielfachzugriffsverfahren TDMA, FDMA und CDMA sind möglich. In einem
- 30 kombinierten TDMA/FDMA-Funk-Kommunikationssystem beispielsweise ist daher ein physikalischer Funkkanal durch seinen Zeitschlitz und seine Funkfrequenz bzw. Trägerfrequenz definiert.

- 35 In bekannten Mobilfunksystemen, insbesondere in dem GSM (Global System for Mobile Telecommunication), wird die Vergabe der Funkkanäle, über die zwischen einer bestimmten

Basisstation und einer bestimmten Mobilstation Kommunikationsinformation übertragen werden kann, zentral durch eine Koordinationseinheit vergeben. Die Koordinationseinheit steuert die einzelnen Steuereinheiten der in dem GSM betriebenen Basisstationen an und weist ihnen die Funkkanäle zu.

Bekannt sind aber auch Funk-Kommunikationssysteme, die im sogenannten unkoordinierten Betrieb arbeiten. In solchen Systemen werden die Funkkanäle nicht zentral für das gesamte System vergeben, sondern suchen sich vielmehr die an einer Funkverbindung beteiligten Stationen die Funkkanäle selbst aus einem vorhandenen Pool von verfügbaren Funkkanälen aus. Ein Beispiel für eine Station, die im unkoordinierten Betrieb arbeitet, ist die Mobilstation eines Mobilfunksystems nach dem DECT-Standard.

Bemerkt die Mobilstation beispielsweise, daß die Bitfehler-rate auf einem Empfangskanal einen zulässigen Grenzwert überschritten hat, wählt sie aus einer Liste von verfügbaren Funkkanälen einen Funkkanal aus und leitet einen Wechsel von dem bisher genutzten Funkkanal zu dem ausgewählten Funkkanal ein. Der Wechsel erfolgt mit Hilfe von bekannten, festgelegten Protokollen, nach denen Signalisierungsinformation zwischen der Mobilstation und der zugehörigen Basisstation ausgetauscht wird.

Es ist weiterhin bekannt, daß eine solche Liste, die Daten über die Nutzbarkeit von verfügbaren Funkkanälen enthält, nach folgendem Verfahren erstellt wird: Über eine Empfangseinrichtung einer Sende- und/oder Empfangsstation wird zumindest ein Beobachtungs-Funkkanal beobachtet, der momentan nicht zum Senden oder Empfangen der Kommunikationsinformation genutzt wird, an deren Übermittlung die Sende- und/oder Empfangsstation beteiligt ist. Zur Beobachtung des Beobachtungs-Funkkanals wird über einen Empfänger, der auf den Beobachtungs-Funkkanal abgestimmt ist, die Empfangsfeldstärke gemessen. Die Empfangsfeldstärke hat im allgemeinen einen

Wert größer als Null. Ursachen dafür sind beispielsweise Interferenzen aufgrund von Funkkanälen gleicher oder annähernd gleicher Frequenz, die auf anderen Übertragungsstrecken desselben oder eines anderen Funk-Kommunikationssystems genutzt werden, sonstige Störsignale, die auf der eingestellten Frequenz an der Empfangseinrichtung eintreffen, oder ein Grundpegel, der der Empfangseinrichtung und/oder einer nachgeschalteten Einrichtung immanent ist. Aus diesem Grund wird ein Höchstwert für die Feldstärke festgelegt, die bei der Messung des Beobachtungs-Funkkanals maximal erreicht werden darf. Überschreitet die Feldstärke diesen Höchstwert, wird der Beobachtungs-Funkkanal in der Liste der nutzbaren Funkkanäle als belegt bzw. nicht nutzbar markiert. Um die Liste zu aktualisieren, wird die Messung der Feldstärke wiederholt und jeweils wieder geprüft, ob der Höchstwert überschritten ist. Dementsprechend wird bei jeder Messung der Eintrag in der Liste derart aktualisiert, daß immer das Ergebnis der letzten, aktuellsten Messung in der Liste eingetragen ist.

Es ist bekannt, auf die gleiche, vorstehend beschriebene Weise auch die Wahl eines Funkkanals zu treffen, wenn noch keine Funkverbindung besteht, sondern erst aufgebaut werden soll. Weiterhin ist es bekannt, nicht nur einen Beobachtungs-Funkkanal zu beobachten, sondern alle zur Verfügung stehenden Funkkanäle zu beobachten, die von der messenden Station momentan nicht selbst genutzt werden. So stehen beispielsweise in einem Funk-Kommunikationssystem nach dem DECT-Standard für die Downlink-Verbindung von einer Basisstation zu einer Mobilstation insgesamt 120 physikalische Kanäle zur Verfügung, die über jeweils 12 Zeitschlitzte von 10 Trägerfrequenzen verteilt sind. In diesem TDMA/FDMA-basierten System sind also von einer Mobilstation bis zu 120 physikalische Kanäle zu beobachten.

Insbesondere aus der festleitungsgestützten Kommunikationstechnik, bei der Kommunikationsinformation über feste

Übertragungsleitungen wie Glasfaserkabel oder Kupferkabel übertragen wird, ist es bekannt, die Kommunikationsinformation jeweils in einzelne Informationspakete zu unterteilen und die Informationspakete nacheinander in zeitlichem Abstand über die Festleitungen zu übertragen. Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, wie beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), wird überlegt, ebenfalls die Übermittlung von Informationspaketen zuzulassen. Folglich ist es möglich, daß auf einigen oder allen genutzten Funkkanälen Kommunikationsinformation nur zeitweise übertragen wird. Weiterhin wird in diesem Fall selbst auf genutzten Funkkanälen zumindest zeitweise nur eine geringe elektrische Feldstärke vorhanden sein. Bei dem bekannten Verfahren zur Ermittlung der Nutzbarkeit eines Funkkanals, bei dem jeweils aus der letzten Messung der Feldstärke eines Beobachtungs-Funkkanals auf die Nutzbarkeit geschlossen wird, kann es somit zu falschen Schlußfolgerungen kommen. Findet die letzte Messung der Feldstärke eines Beobachtungs-Funkkanals genau in der Sendepause zwischen zwei übertragenen Informationspaketen statt, wird fälschlicherweise festgestellt, daß der Beobachtungs-Funkkanal frei ist und damit für eine neu aufzubauende oder bestehende Funkverbindung genutzt werden kann.

Bei bestehenden und auch bei zukünftigen Funk-Kommunikationssystemen werden in den Sende- und/oder Empfangsstationen Schwingquarze eingesetzt, aus deren jeweils konstanter Schwingungsfrequenz die Zeitbasis für ein TDMA-Vielfachzugriffssystem abgeleitet wird. In der Praxis sind jedoch die Schwingungsfrequenzen der einzelnen in dem System verwendeten Schwingquarze nicht genau gleich groß. Aus diesem Grund kommt es häufig vor, daß aus Sicht einer Sende- und/oder Empfangsstation, die Beobachtungs-Funkkanäle beobachtet, welche eine gemeinsame Trägerfrequenz haben, genutzte Funkkanäle scheinbar zeitlich driften. Unter zeitlich driften wird die Tatsache verstanden, daß ein Funkkanal, der einem bestimmten Zeitschlitz einer stationsfremden Funkverbindung zugeordnet

ist, zu einem ersten, früheren Zeitpunkt mit einem ersten Funkkanal übereinstimmt und zu einem zweiten, späteren Zeitpunkt mit einem zweiten Funkkanal übereinstimmt. Der erste und der zweite Funkkanal sind dabei der beobachtenden Station zur Verfügung stehende, voneinander verschiedene Funkkanäle, die verschiedenen Zeitschlitzten derselben Trägerfrequenz zugeordnet sind. Aus Sicht der beobachtenden Station driftet also der stationsfremde Funkkanal zeitlich über die eigenen Zeitschlitzte hinweg.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Ermitteln der Nutzbarkeit zumindest eines Beobachtungs-Funkkanals in einem Funk-Kommunikationssystem, insbesondere in einem Mobilfunksystem, anzugeben, mit dem möglichst zuverlässig die Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals ermittelt werden kann. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sende- und/oder Empfangsstation für ein Funk-Kommunikationssystem, insbesondere eine Basisstation oder eine Mobilstation für ein Mobilfunksystem, anzugeben, die mit möglichst großer Zuverlässigkeit die Nutzbarkeit eines Beobachtungs-Funkkanals ermitteln kann.

15

20

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch eine Sende- und/oder Empfangsstation mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist der zumindest eine Funkkanal, dessen Nutzbarkeit ermittelt werden soll, ein Beobachtungs-Funkkanal, dessen Betriebszustand zeitkontinuierlich und/oder wiederholt festgestellt wird. Durch Auswertung der Historie des Betriebszustands wird die Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals ermittelt. Somit ist es insbesondere auch bei zeitlichen driftenden Funkkanälen möglich, zuverlässig die Nutzbarkeit des zumindest einen Beobachtungs-Funkkanals zu ermitteln. Weiterhin kann auch die Nutzung eines Funkkanals für die Übermittlung von Informa-

30

35

tionspaketen zuverlässig festgestellt werden. Die Auswertung der Historie erfolgt bei den Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens in unterschiedlicher Weise, wobei auch einzelne Arten der Auswertung miteinander kombiniert werden
5 können. In jedem Fall stehen bei der Ermittlung der Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals Informationen über die Vergangenheit des Betriebszustands zur Verfügung, so daß mit großer Zuverlässigkeit beispielsweise der Wechsel einer bestehenden Funkverbindung auf einen anderen, nicht ander-
10 weitig genutzten Funkkanal möglich ist.

Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei der Auswertung der Historie ein Mittelwert des Betriebszustands über einen Beobachtungszeitraum ermittelt. Beträgt
15 der Beobachtungszeitraum beispielsweise eine Minute, jeweils gerechnet von dem Zeitpunkt der aktuellsten, letzten Feststellung des Betriebszustands, und wird in dem Beobachtungszeitraum zeitkontinuierlich und/oder mehrfach wiederholt der Betriebszustand festgestellt, lassen sich zuverlässig für die
20 Übertragung von Informationspaketen genutzte Funkkanäle ermitteln. Bei einer Weiterbildung werden Mittelwerte des Betriebszustands über eine Mehrzahl von nacheinander liegenden Beobachtungszeiträumen ermittelt. Auf diese Weise kann beispielsweise zusätzlich die Häufigkeit einer unregelmäßig
25 wiederkehrenden Störung eines Funkkanals ermittelt werden. Tritt eine Störung z.B. nur einmal in einem langen Gesamt-Beobachtungszeitraum auf, kann der entsprechende Beobachtungs-Funkkanal dennoch als nutzbar markiert werden, da eine weitere Störung nicht wahrscheinlich ist und/oder da eine
30 etwaige weitere Störung nicht ins Gewicht fällt. Die während einer solchen weiteren Störung übermittelten Kommunikationsinformationen können beispielsweise auf Anforderung der Empfangsstation nochmals von der Sendestation gesendet werden, so daß die Übertragung insgesamt vollständig ist.

35

Alternativ oder zusätzlich zu der Bildung einer Mehrzahl von Mittelwerten über nacheinander liegende Beobachtungszeiträume

wird bei einer anderen Ausgestaltung eine Vielzahl von Einzelwerten des Betriebszustands, die nacheinander liegende Beobachtungszeitpunkte betreffen, festgestellt. Die Auswertung kann dann in ähnlicher Weise wie bei den Mittelwerten
5 erfolgen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung wird bei der Feststellung des Betriebszustands der Wert einer für den Betriebszustand des jeweiligen Beobachtungs-Funkkanals charakteristischen
10 Meßgröße bestimmt. Es existieren somit Meßwerte, die beispielsweise mit einem Grenzwert verglichen werden können. Bei einer Weiterbildung wird bei der Auswertung der Historie festgestellt, ob in einem Beobachtungszeitraum die Meßgröße einen vorgegebenen Grenzwert erreicht bzw. über- oder unter-
15 schritten hat. Ist dies der Fall, wird beispielsweise der Beobachtungs-Funkkanal als nicht nutzbar markiert. Alternativ kann der Beobachtungs-Funkkanal erst nach mehrmaligem Erreichen des Grenzwerts bzw. Über- oder Unterschreiten des Grenzwerts als nicht nutzbar markiert werden. Weiterhin wird bei
20 einer Weiterbildung alternativ oder zusätzlich festgestellt, ob ein Mittelwert der charakteristischen Meßgröße über einen Beobachtungszeitraum oder mehrere Mittelwerte über jeweils einen Beobachtungszeitraum den vorgegebenen Grenzwert oder einen zweiten, vorgegebenen Grenzwert erreicht haben bzw. über- oder unterschritten haben. Soll bei dieser Weiterbildung die Nutzbarkeit eines Funkkanals mit besonders hoher Zuverlässigkeit ermittelt werden, darf in einem ersten, kürzeren Beobachtungszeitraum kein einzelner Meßwert den Grenzwert erreicht bzw. über- oder unterschritten haben und
30 darf der Mittelwert bzw. keiner der Mittelwerte in einem zweiten, längeren Beobachtungszeitraum den zweiten vorgegebenen Grenzwert erreicht bzw. über- oder unterschritten haben. Sinnvolle Werte für die Länge der vorgegebenen Beobachtungszeiträume liegen beispielsweise bei 3 Sekunden
35 für den ersten, kürzeren Zeitraum und bei 10 Sekunden oder 1 Minute für den zweiten, längeren Beobachtungszeitraum.

Auch hierbei ist es vorteilhaft, wenn bei der Auswertung der Historie eine einzelne kurzzeitige Schwankung der Meßgröße unberücksichtigt bleibt. Gründe hierfür sind bereits vorstehend genannt worden.

5

Bei einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der jeweils der Betriebszustand einer Mehrzahl der Beobachtungs-Funkkanäle festgestellt wird, wird bei der Auswertung der Historie eine Korrelation der zeitlichen Entwicklung des Betriebszustands zumindest eines Teils der Beobachtungs-Funkkanäle ermittelt. Wird eine hohe Korrelation beispielsweise von zwei oder mehreren Funkkanälen festgestellt, die physikalische Kanäle eines TDMA (Time Division Multiple Access)-Funk-Kommunikationssystems sind, kann aus der Korrelation der zeitlichen Entwicklung der Beobachtungs-Funkkanäle, die dieselbe Funkfrequenz haben, eine zeitliche Drift eines Funkkanals festgestellt werden. Außer der Korrelation der zeitlichen Entwicklung wird alternativ oder zusätzlich der zeitliche Abstand des Auftretens von Störsignalen auf Beobachtungs-Funkkanälen derselben Frequenz betrachtet und ausgewertet. Dieser Vorgehensweise liegt der Gedanke zugrunde, daß die zeitliche Drift eines Funkkanals mit ungefähr konstanter Driftgeschwindigkeit erfolgt.

20

25

Wird eine solche zeitlich konstante Driftgeschwindigkeit festgestellt, wird auf das Vorliegen eines zeitlich driftenden Funkkanals geschlossen. Dementsprechend werden entweder alle von der Drift betroffenen Funkkanäle als nicht nutzbar markiert, oder wird vorausberechnet, welche Funkkanäle in welchem Zeitraum nicht nutzbar sein werden. In beiden Fällen ist es möglich, aber nicht erforderlich, daß alle Funkkanäle derselben Frequenz beobachtet werden, d.h. Beobachtungs-Funkkanäle sind. Vielmehr reicht es aus, eine Mehrzahl der Funkkanäle gleicher Frequenz, beispielsweise drei oder vier Funkkanäle, zu beobachten. Den Beobachtungs-Funkkanälen sind vorzugsweise aufeinander folgende Zeitschlitzte der gemeinsamen Funkfrequenz zugeordnet.

30

35

Vorzugsweise findet eine Speicherung der Informationen statt, die bei der Beobachtung des zumindest einen Beobachtungs-Funkkanals zeitkontinuierlich und/oder wiederholt festgestellt werden. Insbesondere wird wiederholt ein Maß für den Betriebszustand festgestellt und wird jeweils ein entsprechender Wert in ein Datenfeld eines Datenspeichers zur Speicherung der zeitlichen Entwicklung des Betriebszustands abgespeichert. Beispielsweise durch eine in einer beobachtenden Sende- und/oder Empfangsstation vorgesehene Auswertungseinrichtung kann dann auf die in dem Datenfeld abgespeicherten Werte zugegriffen werden und die Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals für das Senden und/oder Empfangen von Kommunikationsinformation ermittelt werden. Die Station weist vorzugsweise eine Empfangseinrichtung auf, über die der zumindest eine Beobachtungs-Funkkanal beobachtbar ist, der momentan nicht zum Senden oder Empfangen der Kommunikationsinformation genutzt wird. Bei der Empfangseinrichtung kann es sich um dieselbe Empfangseinrichtung handeln, über die Kommunikationsinformation empfangen wird, oder es ist z.B. eine zweite Empfangseinrichtung vorhanden, so daß gleichzeitig beobachtet und empfangen werden kann. Im zuerst genannten Fall wird beispielsweise das Empfangen der Kommunikationsinformation zu vorgegebenen und/oder mit der Sendestation abgestimmten Zeitpunkten unterbrochen, so daß in Unterbrechungsphasen eine Beobachtung des zumindest einen Beobachtungs-Funkkanals stattfindet.

Bei einer Weiterbildung sind Register vorhanden, in die jeweils für einen Beobachtungs-Funkkanal der aktuellste festgestellte Wert eingetragen wird, und ist weiterhin eine Ausleseeinheit vorhanden, die die aktuellen Werte aus den Registern ausliest. Anschließend findet eine sofortige Auswertung der ausgelesenen Werte statt, beispielsweise wird die Überschreitung eines Grenzwerts geprüft, und/oder werden die ausgelesenen Werte in eine Speichereinrichtung zum Speichern von Werten, die die Historie des Betriebszustands des

zumindest Beobachtungs-Funkkanals wiedergeben, eingeschrieben.

5 Anhand der beigefügten Zeichnung werden nun Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

- 10 Fig. 1 eine Tabelle mit nutzbaren und nicht nutzbaren Funkkanälen eines FDMA/TDMA-basierten Systems,
Fig. 2 ein Diagramm mit sechs Meßwerten, die den Betriebszustand eines Beobachtungs-Funkkanals wiedergeben, und
15 Fig. 3 eine Basisstation und eine Mobilstation in einem Mobilfunksystem.

Fig. 1 zeigt eine Tabelle eines FDMA/TDMA-basierten Funk-Kommunikationssystems, die eine Übersicht über die Nutzbarkeit von insgesamt 60 physikalischen Funkkanälen gibt. Die
20 physikalischen Funkkanäle entsprechen jeweils einer Kombination aus einem Zeitschlitz TS und einer Trägerfrequenz f. Auf jeder der Trägerfrequenzen $f_1 \dots f_6$ können in 10 Zeitschlitzen TS0...TS9 Kommunikationsinformationen übertragen werden.

25 Bei einer nicht gezeigten Variante weist das Funk-Kommunikationssystem auch eine CDMA (Code Division Multiple Access)-Komponente auf. In diesem Fall ist eine dreidimensionale Tabelle zu führen, um eine Übersicht über die Nutzbarkeit der
30 Funkkanäle zu haben.

Bei dem der in Fig. 1 dargestellten Tabelle entsprechenden FDMA/TDMA-System handelt es sich um ein System, in dem Duplexverbindungen jeweils zwischen einer Basisstation und
35 einer Mobilstation eines Mobilfunknetzes aufgebaut und betrieben werden. Die jeweilige Downlink-Verbindung, über die von der Basisstation zu der Mobilstation Kommunikationsin-

formation übertragen wird, und die jeweilige Uplink-Verbindung, über die von der Mobilstation zur Basisstation Kommunikationsinformation übertragen wird, nutzen verschiedene Zeitschlitzze derselben Trägerfrequenz. Dabei besteht
5 eine feste Kopplung zwischen dem Downlink-Funkkanal und dem zugehörigen Uplink-Funkkanal. Gemäß der festen Kopplung ist der Zeitschlitz des Downlink-Funkkanals immer einer der Zeitschlitzze TS0...TS4 und ist der Zeitschlitz des Uplink-Funkkanals immer einer der Zeitschlitzze TS5...TS9. Weiterhin ist
10 jeweils der erste Zeitschlitz TS0 der ersten Zeitschlitzgruppe TS0...TS4 mit dem ersten Zeitschlitz TS5 der zweiten Zeitschlitzgruppe TS5...TS9 gekoppelt, der zweite Zeitschlitz TS1 der ersten Zeitschlitzgruppe mit dem zweiten Zeitschlitz TS6 der zweiten Zeitschlitzgruppe gekoppelt und so weiter.
15 Dabei nutzen die miteinander gekoppelten Funkkanäle, wie bereits gesagt, dieselbe Trägerfrequenz f. Bei Duplexverbindungen reicht es somit aus, lediglich die für Downlink-Verbindungen zur Verfügung stehenden Funkkanäle oder lediglich die für Uplink-Verbindungen zur Verfügung stehenden Funkkanäle zu beobachten.
20

Erstes Ausführungsbeispiel

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel werden in einem betrachteten Funk-Kommunikationssystem ausschließlich solche Duplexverbindungen und betrieben. Es wird nun eine Mobilstation betrachtet, die Kommunikationsinformation auf dem Funkkanal TS1/f6 von einer Basisstation empfängt. Dementsprechend sendet die Mobilstation auf dem Funkkanal TS6/f6
30 Kommunikationsinformation an die Basisstation.

Um für den Fall einer Störung zumindest eines der momentan durch die Mobilstation genutzten Funkkanäle Informationen für einen Kanalwechsel zu ermitteln, beobachtet die Mobilstation
35 in regelmäßigen Abständen wiederholt den Betriebszustand aller zur Verfügung stehenden Downlink-Funkkanäle, mit Ausnahme des momentan von ihr genutzten Funkkanals TS1/f6.

Hierzu weist die Mobilstation eine Vielzahl von Empfängern auf, die jeweils auf eine Zeitschlitz-/Frequenzkombination eingestellt sind. Es sind somit mindestens $(6 \times 5) - 1$ Stück Empfänger vorhanden. Jedem Empfänger ist ein Register zugeordnet, in das der jeweils aktuellste Meßwert der durch eine Meßeinrichtung gemessenen Feldstärke des jeweiligen Funkkanals eingetragen wird. Im Multiplexverfahren werden die in den Registern abgelegten Meßwerte der Reihe nach wiederkehrend ausgelesen und in einen Datenspeicher eingeschrieben. In dem Datenspeicher sind die Meßwerte der Feldstärke von jedem der Beobachtungs-Funkkanäle über einen Beobachtungszeitraum der Länge 3 Sekunden abgespeichert, wobei sich der Beobachtungszeitraum jeweils beginnend von dem Zeitpunkt der aktuellsten Messung in die Vergangenheit erstreckt.

Die vorgegebene Länge des Beobachtungszeitraums entspricht bei zeitlich konstanten Auslesezyklen, in denen jeweils einmal jedes Register ausgelesen wird, einer festen Anzahl von Speicherplätzen in einem Datenfeld, das jeweils einem Beobachtungs-Funkkanal zugeordnet ist. Dabei markiert für jedes Datenfeld der Wert einer Zeigervariablen den ältesten Meßwert, der noch gespeichert ist. Wenn wieder ein neuer Meßwert in das Datenfeld eingetragen wird, wird der älteste Meßwert überschrieben und wird die Zeigervariable auf den nächstfolgenden Speicherplatz in dem Datenfeld gesetzt.

Bemerkt nun die Mobilstation eine Störung auf dem gerade zur Übertragung von Kommunikationsinformation genutzten Funkkanal, beispielsweise durch eine untolerierbar hohe Bitfehlerrate, wird ein Auswertungsprogramm gestartet, das durch Auswertung der in den einzelnen Datenfeldern gespeicherten Meßwerte feststellt, ob ein Beobachtungs-Funkkanal frei ist, d.h. nicht anderweitig in dem Mobilfunksystem genutzt wird oder auf sonstige Weise gestört ist.

Bei einer Variante des ersten Ausführungsbeispiels führt die zugehörige Basisstation entsprechende Messungen aus und

findet im Störungsfall ein schneller Informationsaustausch zwischen Basisstation und Mobilstation statt, um ein Paar von nutzbaren, miteinander verkoppelten Funkkanälen für eine Duplexverbindung zu ermitteln. Bei einer zweiten Variante
5 folgert die Mobilstation aus der Nutzbarkeit eines Downlink-Funkkanals, daß auch der zugehörige Uplink-Funkkanal nutzbar ist.

Bei beiden Varianten ist es nicht erforderlich, daß die
10 Historie aller Beobachtungs-Funkkanäle ausgewertet wird. Vielmehr reicht es, die Auswertung so lange fortzusetzen, bis ein freier Funkkanal gefunden ist.

In der Tabelle von Fig. 1 sind die zum Zeitpunkt der Störung
15 anderweitig genutzten oder gestörten Funkkanäle durch graue Unterlegung der jeweiligen Felder markiert. Die Mobilstation führt jedoch keine vollständige Liste der momentan genutzten oder gestörten Funkkanäle, sondern beginnt im Störungsfall erst mit der Auswertung der in den Datenfeldern des Datenspeichers gespeicherten Meßwerte. Es beginnt mit dem Funk-
20 kanal TS0/f1, bei dem es feststellt, daß der Funkkanal anderweitig genutzt wird. Die Mobilstation setzt also die Auswertung mit dem Funkkanal TS1/f1 fort und stellt fest, daß dieser Funkkanal nutzbar ist. Es leitet den Wechsel der Funkkanäle von TS1/f6 zu TS1/f1 (Downlink) und von TS6/f6 zu TS6/f1 (Uplink) ein. Dementsprechend kann die Funkverbindung im wesentlichen ohne spürbare Unterbrechung fortgesetzt werden.

30 Zweites Ausführungsbeispiel

Das Verfahren gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird für Betriebssituationen bevorzugt, in denen die Auswertung der Historie zu lange dauern würde, wenn sie erst im Störungsfall
35 begonnen wird. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel wertet das Auswertungsprogramm jeweils nach Aktualisierung eines Datenfeldes durch Einschreiben eines neuen Meßwerts die

gesamte zur Verfügung stehende zeitliche Entwicklung des Beobachtungs-Funkkanals aus und trägt eine entsprechende Markierung in eine Tabelle ein, die der in Fig. 1 gezeigten Tabelle entspricht. Dabei gibt es zwei Markierungsmöglichkeiten. Entweder kommt die Auswertung zu dem Ergebnis, daß der jeweilige Funkkanal derzeit ungestört bzw. nicht anderweitig genutzt wird, oder sie kommt zu dem Ergebnis, daß der Funkkanal gestört bzw. anderweitig genutzt ist. Führt die Auswertung zu dem gleichen Ergebnis wie die zuletzt für denselben Funkkanal durchgeführte Auswertung, braucht der Markierungswert in der Tabelle nicht geändert werden.

Die Markierungswerte für die Uplink-Funkkanäle erhält die Mobilstation entweder von der Basisstation oder sie schließt aus der Störung eines Downlink-Funkkanals, daß auch der zugehörige Uplink-Funkkanal gestört ist. Die vollständige Tabelle der Uplink- und Downlink-Funkkanäle braucht nur entweder von der Mobilstation oder von der Basisstation geführt zu werden.

Bei einer Variante wird die vollständige Tabelle daher nur in der Basisstation geführt und führt die Mobilstation nur eine Tabelle, die die Zeitschlitzze TS0...TS4 erfaßt. Weiterhin braucht für den zu dem momentan genutzten Downlink-Funkkanal gehörige Uplink-Funkkanal keine Markierung in die Tabelle eingetragen werden. Die Information, welcher Uplink-Funkkanal momentan genutzt wird, steht ohnehin zur Verfügung.

Andererseits ist es in manchen Betriebssituationen vorteilhaft, die vollständige Liste der gestörten bzw. nicht nutzbaren Uplink- und Downlink-Funkkanäle zu führen, da aus der Ungestörtheit eines zugehörigen Uplink-Funkkanals Rückschlüsse bei der Auswertung der Historie eines möglicherweise gestörten Downlink-Funkkanals gezogen werden können. Liegt nämlich beispielsweise nur ein einziger Meßwert der Feldstärke des Downlink-Funkkanals über dem vorgegebenen Grenzwert und ist der zugehörige Uplink-Funkkanal nicht

gestört, wird dieser einzelne Meßwert nicht berücksichtigt und der Downlink-Funkkanal wird als frei markiert.

5 Bei einer anderen Variante wird auf die feste Kopplung der Duplex-Funkkanäle vertraut und wird nur die Liste der Downlink-Funkkanäle oder die Liste der Uplink-Funkkanäle geführt.

10 Anhand von Fig. 2 wird nun ein Beispiel für die Auswertung der Historie des Betriebszustands gegeben.

Drittes Ausführungsbeispiel

15 Fig. 2 zeigt insgesamt sechs Meßwerte für die Feldstärke E, die auf einem Beobachtungs-Funkkanal gemessen wird. Die Feldstärke wird in regelmäßigen Zeitabständen gemessen bzw. es wird in regelmäßigen Zeitabständen ein Register ausgelesen, das aktuelle Meßwerte der Feldstärke enthält.

20 In der Darstellung von Fig. 2 sind sowohl die Feldstärke E als auch die Zeit t in willkürlichen Einheiten aufgetragen. Dabei entspricht die Zeiteinheit dem zeitlichen Abstand der Meßwerte.

Bei der Auswertung der Historie, die durch die Meßwerte wiedergegeben ist, wird geprüft, ob die Meßwerte den zulässigen Höchstwert E_G der Feldstärke überschreiten. In dem in Fig. 2 gezeigten Fall überschreitet nur der fünfte Meßwert den Höchstwert E_G . Weiterhin ist in Fig. 2 der Mittelwert aller in dem gezeigten Beobachtungszeitraum genommener Meßwerte dargestellt. Der Mittelwert wird durch eine durchgezogene horizontale Linie etwa bei $E=2,25$ repräsentiert. Der Mittelwert liegt deutlich unter dem Höchstwert E_G . Außer durch den Vergleich mit dem Höchstwert E_G kann der Mittelwert auch durch Berechnung der Varianz der Meßwerte im Beobachtungszeitraum und durch Vergleich mit einem zweiten, niedrigeren Höchstwert für die mittlere Feldstärke bewertet werden.

30

35

Abhängig von dieser Bewertung wird der Beobachtungs-Funkkanal z.B. als nutzbar oder nicht nutzbar markiert.

Bei dem dritten Ausführungsbeispiel gelten die folgenden

5 Kriterien für die Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals:

- Keiner der Meßwerte im Beobachtungszeitraum darf den Höchstwert E_G überschreiten.
- Es werden Mittelwerte jeweils für gleich lange, nacheinander liegende Beobachtungszeiträume der Länge $t=6$ gebildet. Keiner dieser Mittelwerte darf einen zweiten, vorgegebenen Höchstwert für die mittlere Feldstärke in dem Beobachtungszeitraum überschreiten.

10

In dem in Fig. 2 dargestellten Fall ist das erste Kriterium nicht erfüllt, so daß der zugehörige Beobachtungs-Funkkanal als nicht nutzbar markiert wird. Jedoch liegt der Mittelwert in dem gezeigten Beobachtungszeitraum unter dem zweiten Grenzwert für die mittlere Feldstärke. Wird daher in folgenden Beobachtungszeiträumen kein Meßwert festgestellt, der über dem Höchstwert E_G liegt, und wird auch in den folgenden Beobachtungszeiträumen ein Mittelwert festgestellt, der unter dem zweiten Grenzwert für die mittlere Feldstärke liegt, sind beide Kriterien erfüllt, so daß die Markierung in "nutzbar" geändert werden kann. Im übrigen wird beispielsweise genauso wie in dem ersten Ausführungsbeispiel oder in dem zweiten Ausführungsbeispiel verfahren.

20

25

Die Kriterien bei dem dritten Ausführungsbeispiel wurden wie vorstehend beschrieben gewählt, um auch die Übertragung von Informationspaketen auf dem Beobachtungs-Funkkanal feststellen zu können. Der unregelmäßigen zeitlichen Übertragung von Informationspaketen trägt das erste genannte Kriterium Rechnung. Der Tatsache, daß es sich bei einem einzelnen Meßwert, der den Höchstwert E_G überschreitet, auch um einen Ausreißer bzw. Meßfehler handeln kann, trägt das zweite Kriterium Rechnung. Somit ist ein praktikabler Kompromiß zwischen der Forderung, zuverlässig die Nutzbarkeit eines

30

35

Beobachtungs-Funkkanals festzustellen, einerseits und zwischen der Forderung, möglichst immer einen nutzbaren Funkkanal in Reserve zu haben, andererseits gefunden.

5 Fig. 1 zeigt eine Basisstation 2 eines Mobilfunksystems, die mit einem Steuerrechner zum Steuern der Basisstation 2 verbunden ist. Weiterhin ist die Basisstation 2 mit einer Antenneneinrichtung 1 zum Senden und Empfangen von Kommunikationsinformation über eine Luftschnittstelle 5 zu einer Vielzahl
10 von Mobilstationen verbunden.

Stellvertretend für die Vielzahl der Mobilstationen ist in Fig. 3 eine Mobilstation 10 dargestellt. Die Mobilstation 10 weist eine Empfangseinrichtung 13 mit einer Antenneneinrichtung 11 und einem Register 12 auf. Über die Antenneneinrichtung 11 beobachtet die Empfangseinrichtung 13 zumindest einen
15 Beobachtungs-Funkkanal, der momentan nicht für das Senden oder Empfangen von Kommunikationsinformation benutzt wird. Hierzu mißt die Empfangseinrichtung 13 die Feldstärke des
20 Beobachtungs-Funkkanals und legt den jeweils aktuellsten Meßwert in dem Register 12 ab.

Weiterhin weist die Mobilstation 10 eine Auslese- und Speichereinrichtung 14 zum Auslesen und Speichern der in dem Register 12 abgelegten Meßwerte in regelmäßigen Zeitabständen auf. In der Auslese- und Speichereinrichtung wird eine Mehrzahl von ausgelesenen Meßwerten, die nacheinander liegenden Meßzeitpunkten entsprechen, gespeichert.

30 Weiterhin ist in der Mobilstation 10 eine Auswertungseinrichtung 15 vorgesehen, die bei Bedarf, d.h. bei einem gestörten Funkkanal, der momentan zum Senden oder Empfangen von Kommunikationsinformation zu bzw. von der Mobilstation 10 genutzt wird, vor dem Aufbau einer Funkverbindung der Mobilstation 10 und/oder laufend während einer bestehenden Funkverbindung die Historie der Meßwerte für die Feldstärke des
35 Beobachtungs-Funkkanals auswertet, um die Nutzbarkeit des

Beobachtungs-Funkkanals zu ermitteln. Die Mobilstation 10 kann insbesondere gemäß einem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele betrieben werden.

- 5 Die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung sind insbesondere für den sogenannten unkoordinierten Betrieb in einem zukünftigen Mobilfunksystem, beispielsweise dem UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) im TDD (Time Division Duplex)-Betrieb geeignet. Vorteilhaft kann die
- 10 Erfindung aber auch in anderen Systemen, beispielsweise in Systemen eingesetzt werden, die gemäß dem DECT-Standard betrieben werden, wobei im Unterschied zu der heutzutage üblichen Betriebsweise auch die Übertragung von Paketinformationen zugelassen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Nutzbarkeit zumindest eines Funkkanals in einem Funk-Kommunikationssystem, insbesondere in einem Mobilfunksystem, wobei der zumindest eine Funkkanal ein Beobachtungs-Funkkanal ist, dessen Betriebszustand zeitkontinuierlich und/oder wiederholt festgestellt wird und wobei durch Auswertung der Historie des Betriebszustands die Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei bei der Auswertung der Historie ein Mittelwert des Betriebszustands über einen Beobachtungszeitraum ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei der Feststellung des Betriebszustands der Wert einer für den Betriebszustand des jeweiligen Beobachtungs-Funkkanals charakteristischen Meßgröße (E) bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei bei der Auswertung der Historie festgestellt wird, ob in einem Beobachtungszeitraum die Meßgröße (E) einen vorgegebenen Grenzwert erreicht bzw. über- oder unterschritten hat.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei bei der Auswertung der Historie eine kurzzeitige Schwankung der Meßgröße (E) unberücksichtigt bleibt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jeweils der Betriebszustand einer Mehrzahl der Beobachtungs-Funkkanäle festgestellt wird und wobei bei der Auswertung der Historie eine Korrelation der zeitlichen Entwicklung des Betriebszustands zumindest eines Teils der Beobachtungs-Funkkanäle ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
wobei die Funkkanäle physikalische Kanäle eines TDMA (Time
Division Multiple Access)-Funk-Kommunikationssystems sind und
wobei aus der Korrelation der zeitlichen Entwicklung von
5 Beobachtungs-Funkkanälen derselben Funkfrequenz eine zeit-
liche Drift eines Funkkanals festgestellt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei wiederholt ein Maß für den Betriebszustand festgestellt
10 wird und jeweils ein entsprechender Wert in ein Datenfeld
eines Datenspeichers zur Speicherung der zeitlichen Entwick-
lung des Betriebszustands abgespeichert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
15 wobei die Funkkanäle physikalische Kanäle eines TDMA (Time
Division Multiple Access)/FDMA (Frequency Division Multiple
Access)-Funk-Kommunikationssystems sind und wobei der
Betriebszustand jedes verfügbaren Funkkanals bekannt ist oder
durch Beobachtung des zumindest einen Beobachtungs-Funkkanals
20 festgestellt wird.

10. Sende- und/oder Empfangsstation (10) für ein Funk-Kommu-
nikationssystem, insbesondere Basisstation oder Mobilstation
für ein Mobilfunksystem, zum Senden und/oder Empfangen von
25 Kommunikationsinformation, die über eine Funkschnittstelle
(5) übermittelt wird, mit

- einer Empfangseinrichtung (13), über die zumindest ein
Beobachtungs-Funkkanal, der momentan nicht zum Senden oder
Empfangen der Kommunikationsinformation genutzt wird, durch
30 zeitkontinuierliche und/oder wiederholte Feststellung
seines Betriebszustands beobachtbar ist,
- eine Speichereinrichtung (14) zum Speichern von Werten, die
die Historie des Betriebszustands des zumindest einen
Beobachtungs-Funkkanals wiedergeben, und

- einer Auswertungseinrichtung (15) zum Ermitteln der Nutzbarkeit des Beobachtungs-Funkkanals für das Senden und/oder Empfangen der Kommunikationsinformation durch
- 5 Auswertung der Historie des Betriebszustands.

Zusammenfassung

Ermittlung der Nutzbarkeit eines Funkkanals

- 5 Die Erfindung betrifft die Ermittlung der Nutzbarkeit eines Funkkanals, insbesondere in einem Mobilfunksystem, wobei der Betriebszustand des Funkkanals zeitkontinuierlich und/oder wiederholt festgestellt wird und wobei durch Auswertung der Historie des Betriebszustands die Nutzbarkeit des Beobach-
- 10 tungs-Funkkanals ermittelt. Die Erfindung weiterhin eine entsprechende Sende- und/oder Empfangsstation. Nicht nutzbare Funkkanäle, die beispielsweise durch eine Zeitschlitz-Frequenzkombination (TS/f) definiert sind, werden markiert.

15

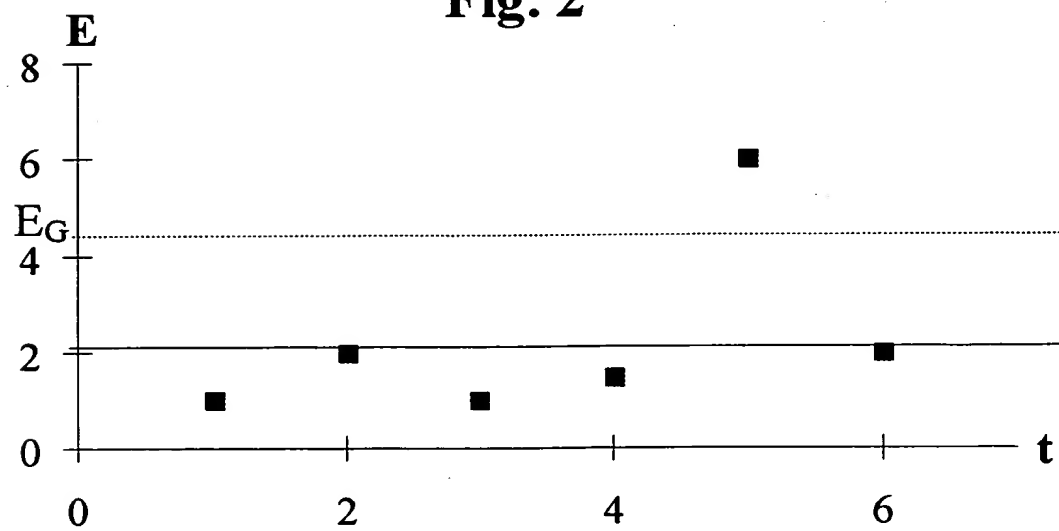
(Fig. 1)

1/2

Fig. 1

	TS0	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7	TS8	TS9
f1										
f2										
f3										
f4										
f5										
f6										

Fig. 2



2/2

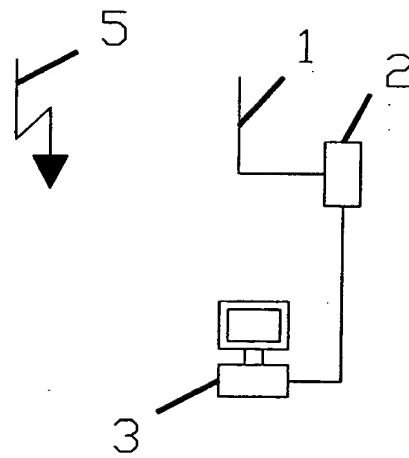
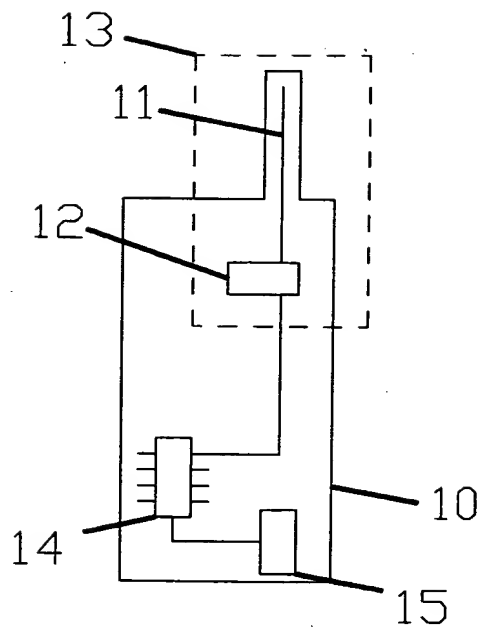


Fig. 3